第27卷 第2期 1984年5月
昆虫学报 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA
Vol. 27, No. 2 May, 1984

白纹伊蚊寿命的研究：实验室内雌蚊的存活

高巨真[1] 曾昭玉[2] 薛景珉[3]
黄平益[4] 赵俊萍[5] 曹念厚[6]

摘要 在实验室条件下观察白纹伊蚊雌蚊的存活情况，取得如下结果：

（一）测定不同温湿度组合条件下白纹伊蚊的半数致死期（LT_{50}），证明此蚊的致死高温为40℃（LT_{50}=0.90小时，致死低温为－5℃，LT_{50}=0.85小时）。在30℃和35℃温度中，存活期直接受相对湿度的影响，湿度愈大则存活期愈长。

（二）恒温室（25±1℃；80±5%RH）内连续8年观察笼内雌蚊的平均寿命约为30—40天。雌蚊寿命可因饲养条件不同而呈现一定范围的变动。

（三）根据实验室和野外7种不同条件下的寿命数据绘制存活曲线，均呈"中间型"形态。说明同一种群内个体的死亡速率，在早期增加缓慢，接近中期发展迅速，至晚期又迁延持久。最长寿个体的寿命约为平均寿命的2倍或2倍以上。种群的死亡过程可因环境条件恶化而加速，但这一过程无论快慢，多数个体仍表现出相对集中的寿命范围。

（四）结合文献资料进行分析讨论后，认为白纹伊蚊在中温、高湿和食物充足的条件下具有较长的寿命期，能耐受较高的饲养密度，但抗寒力较差，与埃及伊蚊的高温和低温致死点十分相近，同具暖区蚊种的特点。

关键词 白纹伊蚊 *Aedes albopictus* 寿命 蚊虫存活

媒介蚊虫寿命的长短是影响蚊媒病流行的重要因素之一，历来受到学者的重视。有关文献报道甚多，已有详细综述（Clements, 1963; Gillies, 1974）。白纹伊蚊 *Aedes* (*S.*) *albopictus* (Skuse) 是东南亚和我国登革热的重要传播媒介，但有关其寿命的研究报道较少。我们曾在野外进行过初步观察，发现雌蚊在极端高温、低温条件下的存活情况与常温下差异很大，因而进一步在实验室内测定其对高温和低温的耐受界限；同时对恒温室内养殖的雌蚊寿命亦进行了逐年的观察测定。在此基础上对不同实验条件下的雌蚊寿命及其存活曲线进行了分析探讨，以期为有关的生态研究和防治工作提供参考资料。

材料和方法

试验材料 均为恒温室养殖的白纹伊蚊，雌雄蚊羽化后即以7%蔗糖水饲养，并有自由交配的机会。为便于同先前的野外试验结果相比较，高、低温耐受试验的蚊龄仍规定为9—11天，此时雌蚊已吸血、产卵一次。恒温室养殖雌蚊的寿命观察则均取羽化后3天的饱血雌蚊。

试验容器 高、低温中暴露试验使用30目铜纱制小蚊笼，直径3cm，高6cm，每笼雌

本文于1982年9月收到。

1 军事医学科学院 2 北京军区军医学校 3 第二军医大学
4 海军军医学校 5 第四军医大学 6 昆明军区军事医学研究所

先后参加本项研究的还有吕尚点、黄国城、张全明等同志；本文写作过程中曾得到柳支英、陆宝麟两位教授的指教；均此深表感谢。

蚊 50 只，平均密度按栖息面积计约为 1 只/cm²，按体积计约为 1.2 只/cm³。 恒温室内寿命观察使用 30 目铜纱方笼（16×16×16cm³），每笼雌蚊约 450 只，平均密度 0.4 只/cm² 和 0.1 只/cm³。

温湿度控制　高、低温耐受试验在半导体温箱中进行。试验高温为 43℃、40℃、35℃ 和 30℃，低温为 0℃ 和 −5℃。湿度控制使用 P_2O_5 粉和 $MgCl_2·6H_2O$、NaCl、$K_2Cr_2O_7$ 诸盐的过饱和盐溶液，分别控制干燥器中的相对湿度于 0%、32%、75% 和 97%(Winston & Bates, 1960)。恒温室使用国产空调设备，常年控制气温于 25±1℃，相对湿度 80±5%。

试验方法　观察 40℃ 以上和 0℃ 以下温度效应时，因暴露时间短促，不作湿度控制。试验蚊在各该温度中暴露不同时间后即送回恒温室饲养（7% 糖水），记录 24 小时死亡率。35℃ 和 30℃ 试验时则均结合上述四种湿度观察温湿度对存活的联合效应，亦于暴露完毕后回恒温室饲养记录 24 小时死亡率。最后根据多次重复（5—10 次）的平均值，用“机值分析图解法”（Litchfield & Wilcoxon, 1949）确定雌蚊的半数致死时间(LT_{50})。至于恒温室内常规养殖雌蚊的寿命观察则取隔日死亡数，至全笼死光，计算平均寿命，自 1973 至 1980 年，每年均作 12 次重复观察。

试　验　结　果

（一）白纹伊蚊雌蚊在高温 43℃、40℃，低温 0℃、−5℃ 中经不同时间暴露后的半数死亡时间（LT_{50}）均见表 1。

（二）白纹伊蚊雌蚊在 35℃，30℃ 和不同相对湿度条件下暴露后的半数致死时间均见表 2 和表 3。

从表 1 可以看出，如以 LT_{50}≤1 小时作为致死湿度的指征，则 40℃ 和 −5℃ 均已达

表 1　高温和低温条件下白纹伊蚊(♀♀)的 LT_{50}

温度(℃)	重复(次)	不同暴露时间(分钟′或小时°)后的平均死亡率(%)																	LT_{50} 及 95% 可信限(小时)
		10′	13′	16′	19′	22′	40′	45′	50′	55′	60′	70′	80′	3°	4.5°	6°	7.5°	9°	
43	10	7.1	25.1	68.0	89.8	99.4													0.25 (0.21—0.28)
40	10						14.3		36.5		61.6	82.0	94.4						0.90 (0.80—1.02)
0	5													4.1	22.6	46.3	72.2	89.7	6.00 (4.69—7.68)
−5	9						9.1	23.7	44.6	76.8	97.1								0.85 (0.79—0.92)

表 2　35℃ 时不同相对湿度条件下白纹伊蚊(♀♀)的 LT_{50}

湿度(%RH)	重复(次)	不同暴露时间(小时°)后的平均死亡率(%)														LT_{50} 及 95% 可信限(小时)
		1°	2°	2.5°	3°	4°	5°	5.5°	7°	8°	11°	14°	19°	27°	35°	
0	5	5.3	23.1		54.8	79.0	91.4									2.80(1.87—4.20)
32	5	0.8		15.5		53.1		83.1	88.2							3.40(2.27—5.10)
75	5		6.0				12.0			47.6	66.3	86.2				8.40(5.49—12.85)
97	5				9.6						18.7		33.3	60.6	80.3	22.50(14.90—33.98)

表 3 30℃时不同相对湿度条件下白纹伊蚊(♀♀)的 LT_{50}

湿度(%RH)	重复(次)	不同暴露时间(小时°)后的平均死亡率(%)																LT_{50} 及 95% 可信限(小时)
		2°	4°	6°	8°	9°	10°	14°	18°	19°	22°	24°	29°	38°	52°	66°	80°	
0	5	4.6	21.1	42.5	79.0		84.4											6.00 (4.35—8.28)
32	5			18.2			52.3	81.6	93.6		94.1							9.40 (6.57—13.44)
75	5					15.0		33.8		35.3		84.2	89.2					16.00 (11.43—22.40)
97	5											16.2		56.3	54.7	59.4	87.2	42.50 (28.33—63.75)

到高温和低温致死点。0℃时雌蚊的 LT_{50} 仅 6 小时,可见这一温度对白纹伊蚊亦属有害低温。

从表 2 和表 3 也可以看出,在同样温度条件下,雌蚊的 LT_{50} 随湿度的增加而延长。

(三) 白纹伊蚊雌蚊在 25±1℃ 和 80±5%RH 条件下的平均寿命见表 4。

表 4 恒温室内白纹伊蚊雌蚊的平均寿命(天)

观察年份	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
重复数(次)	12	12	12	12	12	12	12	12
平均寿命*	37.88	36.85	29.34	36.10	37.89	41.34	40.60	31.83
标准差	±5.18	±3.86	±2.44	±5.50	±4.12	±4.16	±4.55	±5.21

* 试验观察均取羽化 3 天的饱血雌蚊,如以日龄计,则各年寿命值应均顺加 3 天。

在此以前,我们在同样的恒温恒湿条件下亦曾记录过雌蚊寿命,由于饲养条件不尽相同,寿命数据亦有差异,为便于分析比较,将 1956—1972 年间三次观察结果与 1973 年的数值(此值恰为 1973—1980 年数值的中位数)列表如下(表 5):

表 5 恒温室内不同饲养条件下白纹伊蚊雌蚊寿命

年份	重复(次)	饲养笼	平均密度		食源	平均寿命及标准差(天)	LT_{50} 及 95% 可信限(天)
			只/cm^2	只/cm^3			
1956	4	$(34cm)^3$ 无隔片纱笼	0.10	0.01	每天 7% 糖水,每周吸豚鼠血并产卵 1 次	27.34±5.58	26.00 (25.40—26.64)
1965	6	$(16cm)^3$ 无隔片纱笼	0.05	0.02	每天 7% 糖水,不吸血不产卵	48.32±6.26	45.50 (44.18—46.87)
1972	2	$(55cm)^3$ 多隔片木笼	0.60	0.10	每天 7% 糖水,每周吸兔血并产卵 1 次	25.68±4.33	24.40 (24.36—24.44)
1973	12	$(55cm)^3$ 多隔片笼内 3 天	0.60	0.10	每天饮 7% 糖水第 3 天吸兔血 1 次	37.88±5.18	36.00 (35.73—36.27)
		第 4 天起取样饲养于 $(16cm)^3$ 无隔片纱笼内	0.40	0.10	每天饮 7% 糖水不再吸血产卵		

从表 5 大致上可以看出,每周有吸血、产卵的机会,保持经常生殖活动的雌蚊(1956、

1972）其寿命均较短；吸血一次之后不再吸血产卵的雌蚊（1973），寿命较长；而终生只饮糖水，从未吸血产卵的雌蚊（1965）则寿命最长。

从表 5 还可看出，1973 年的雌蚊饲养密度超过 1956 年的（按面积密度计）3—5 倍，按体积计则超过 9 倍，但寿命并未因高密度饲养而明显缩短。

（四）在以上观察结果的基础上，为了探讨种群由生到死全过程的寿命特点，选取实

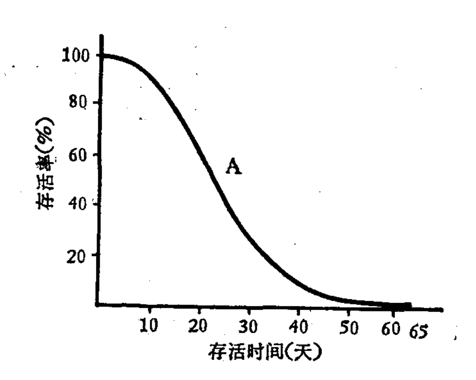


图 1　白纹伊蚊的存活曲线（1956）
A. 恒温室笼内雌蚊

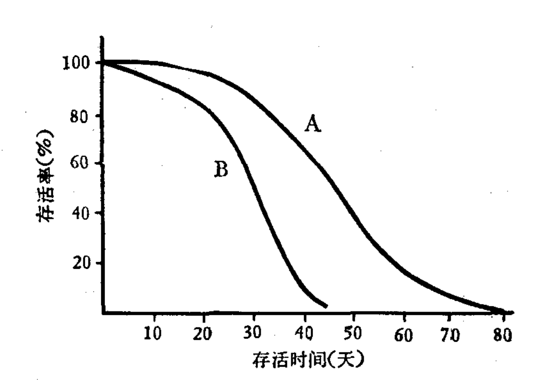
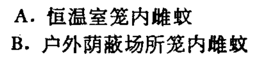


图 2　白纹伊蚊的存活曲线（1965）


A. 恒温室笼内雌蚊
B. 户外荫蔽场所笼内雌蚊

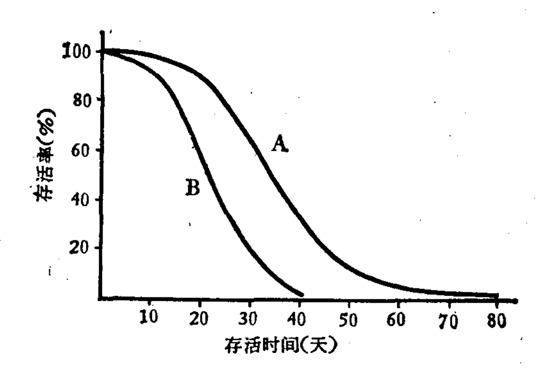


图 3　白纹伊蚊的存活曲线（1973）
A. 恒温室无隔片小笼内雌蚊
B. 恒温室多隔片大笼内雌蚊

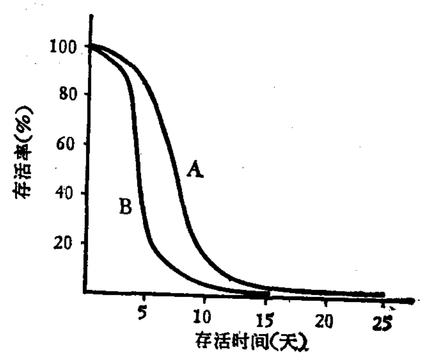


图 4　白纹伊蚊的存活曲线（1973）
A. 野外植丛纱笼内饮糖水雌蚊
B. 野外植丛纱笼内饮清水雌蚊

表 6　野外三种不同条件下白纹伊蚊（♀♀）的寿命

生境	季节	平均气温（℃）	平均湿度（% RH）	重复（次）	饲养笼	平均密度（只/cm²）	平均密度（只/cm³）	食源	平均寿命及标准差（天）	LT_{50} 及 95% 可信限（天）
户外荫蔽场所	晚秋	1.6—25.6	78.0	3	(16cm)³ 纱笼	0.05	0.02	7% 糖水	32.19±4.08	31.00 (29.81—32.24)
野外植丛	盛夏	19.0—42.0	86.4	5	9（径）×20（高）cm 纱笼	0.50	0.20	7% 糖水	7.55±3.00	7.15 (7.03—7.20)
野外植丛	盛夏	19.0—42.0	86.7	5	9×20cm 纱笼	0.50	0.20	清水	4.69±2.15	4.44 (4.37—4.52)

验室和野外七种不同情况下的雌蚊寿命，记录绘制成存活率曲线(见图1、2、3、4)。其中除包括表5所列的四种饲养条件下的恒温室雌蚊寿命外，还包括三种野外观察的结果，其原始数据见表6。

讨论和结论

根据以上的结果，我们对白纹伊蚊雌蚊的生存特点有以下几方面的分析认识：

(一) 白纹伊蚊对极端温度的耐受界限与埃及伊蚊相似，带有暖区蚊种的特点。

我们在过去的野外观察中曾发现白纹伊蚊雌蚊的致死高温和低温大致在41℃以上和0℃以下(吕尚点等，1972，内容另文阐述)。本文的试验结果肯定了这一判断，并将高温和低温致死点定为40℃和－5℃。这一结果与前人对埃及伊蚊 *Aedes aegypti* L. 的测定颇为相近。如 Bar-Zeev (1957b) 测得埃及伊蚊40℃时的 LT_{50} 为0.6—0.7小时。Christophers(1960) 报道埃及伊蚊1小时暴露的致死高温为41—42℃。他们均未报告埃及伊蚊在零下低温中的存活时间。Christophers(1960) 仅提到埃及伊蚊在0℃中短时间暴露即死亡。Bar-Zeev(1957b) 曾测得埃及伊蚊在0.5℃时的 LT_{50} 为8.2—10.2小时，如亦以 $LT_{50} \leq 1$ 小时为指征，则其低温致死点亦当在0℃以下。此外，我们还发现白纹伊蚊于中等偏高的温度(30℃和35℃)中，湿度愈高则存活时间愈长，这与 Lewis(1933)、Bar-Zeev(1957b) 和 Christophers(1960) 等对埃及伊蚊的观察结果亦相符合。由此可见这两种近缘伊蚊在温度适应上十分相近。由于它们在我国的地理分布和传病关系上互有同异，今后有必要对它们的生态特征作进一步的比较研究。

(二) 白纹伊蚊在中温、高湿条件下有相当长的存活时间。

我们过去在实验室和野外的若干试验中曾有一粗略的印象，白纹伊蚊的寿命似较短促，特别在饥饿条件下极易大量死亡。现综观多年实验室积累的数据，在25℃和80%RH条件下，如有充分的食物供应，雌蚊平均存活期可保持25—48天。按 Hylton(1969) 曾报道，白纹伊蚊雌蚊在26.5℃和80%RH条件下的 LT_{50} 为42.1—48.3天；松沢宽与北原洋生(1966)报导，此蚊于25℃时的平均寿命为25.23±0.68天；分别与我们观察的寿命上限与下限相近。

(三) 白纹伊蚊的寿命可因生理状况或饲养条件的不同而有很大的差异。

表5的数据大体上反映出一种倾向：在同样的温湿度环境中，经常吸血产卵的雌蚊，其寿命较单吸糖水而不进行正常生殖活动的雌蚊为短。早年 Putman 与 Shannon (1934) 以及 Lavoipierre(1961) 等均曾提及：正常吸血产卵的雌蚊，寿命往往比单吸糖水者为短，并认为雌蚊的死亡率与卵巢发育相关。这一现象在白纹伊蚊中是否带有规律性，是值得注意的一个问题。因为自然种群中，如果多次吸血产卵雌蚊的寿命显著较短，则对其传疫潜力的估计应适当地偏低；反之，在人工感染试验中，雌蚊往往缺少足够的吸血产卵机会，如因此而寿命偏长，则对其媒介效能的估计亦应有所保留。这些都有待于进一步的研究才能得到澄清。

表5中的数据还反映了另一种倾向，即白纹伊蚊可耐受较高的饲养密度，这在前人文献中似尚未见报道；此外表4中恒温室内相同条件下的雌蚊寿命亦呈现相当幅度的变动(表4)，估计与取样过程中的操作精度有关。这些问题我们拟另作专文讨论，此处不再赘

述。

（四）白纹伊蚊的存活曲线呈现中间型形态。

从图 1—4 的曲线可以看出，无论在实验室或野外实验条件下，白纹伊蚊的存活率曲线基本上都属于 Pearl 与 Miner(1935) 所描述的“中间型”，或近似于 Slobodkin(1962) 所描述的第 4 型。即雌蚊种群早期死亡较少，接近中期时死亡剧增，至晚期死亡又趋缓和，最长寿个体的存活期约为平均寿命的 2 倍或 2 倍以上。这种“中间型”曲线可因环境条件变化而出现两种趋向：如条件有利于存活，幼龄死亡减少，曲线向“长方型”（Pearl & Miner, 1935）或 Slobodkin-1 型靠扰(如图 2)；反之，如条件不利，幼龄个体死亡大增，曲线即向 Slobodkin-4 型靠拢(如图 4)；一般情况下则呈典型的“中间型” S 形曲线（图 1、3)。这种曲线仅在“对数·机率”座标纸上才出现直线化。按照 Kendeigh(1974) 等的观点，自然界观察到的大多数动物的存活曲线属于中间型式，看来白纹伊蚊亦不例外。

此外，比较表 5 和表 6 中“平均寿命”与“LT_{50}”两栏数据，前者恒较后者多 1—2 天，这种情况亦有助于说明同样的趋向，即平均寿命相对地稍稍偏高是由于种群中存在一定数量的长寿个体，这也从另一个角度反映出存活曲线的“中间型”性质。

（五）综合以上的分析讨论，我们对白纹伊蚊的生存特点取得如下的初步认识：这一媒介蚊种在中温、高湿和食物丰富的条件下具有较长的寿命期。它能耐受较高的生存密度。但抗寒力较差，属于暖区蚊种。其种群衰亡的过程表现为中间型的存活率曲线。同一种群的个体死亡相对地集中于早中期，最长寿个体的生存期约为平均寿命的 2 倍或 2 倍以上。

参 考 文 献

松沢宽、北原洋生 1966 ヒトスジシマカ *Aedes albopictus* 生態知見。衛生動物 **17**: 232—5。

Bar-Zeev, M. 1957b The effect of extreme temperatures on different stages of *Aedes aegypti* (L.). *Bull. ent. Res.* **49**: 157—63.

Christophers, S. K. 1960 *Aedes aegypti*, the yellow fever mosquito. University Press, Cambridge.

Clements, A. N. 1963 The physiology of mosquitoes. Pergamon Press, London.

Gillies, M. T. 1974 Methods for assessing the density and survival of blood-sucking Diptera. *Ann. Rev. Ent.* **19**: 345—62.

Hylton, A. R. 1969 Studies on longevity of adult *Eretmapodites chysogaster*, *Aedes togoi* and *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* females (Diptera: Culicidae). *J. med. Ent.* **6**: 147—9.

Kendeigh, S. C. 1974 Ecology, with special reference to animals and man. Pretice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Lavoipierre, M. M. J. 1961 Blood-feeding, fecundity and aging in *Aedes aegypti* var. *queenslandensis*. *Nature Lond.* **191**: 575—6.

Lewis, D. J. 1933 Observations on *Aedes aegypti* L. (Dipt. Culic.) under controlled atmospheric conditions. *Bull. ent. Res.* **24**: 363—72.

Litchfield, J. T. Jr. & F. Wilcoxon 1949 A simplified method of evaluating dose-effect experiments. *J. Pharm. exp. Therap.* **96**: 99—113.

Pearl, R. & J. R. Miner 1935 Experimental studies on the duration of life. XIV. The comparative mortality of certain lower organisms. *Quart. Rev. Biol.* **10**: 60—79.

Putman, P. & R. C. Shannon 1934 The biology of *Stegemyia* under laborlaboratory conditions. II. Egg-laying capacity and longevity of adults. *Proc. ent. Soc. Wash.* **36**: 217—42.

Slobodkin, L. B. 1962 Growth and regulation of animal populations. Holt, Rinehart and Winston, New York.

Winston, P. W. & D. B. Bates 1960 Saturated solutions for control of humidity in biological research. *Ecology* **41**: 232—9.

STUDIES ON THE LONGEVITY OF ADULT *AEDES* (S.) *ALBOPICTUS* (SKUSE): THE LONGEVITY OF CAGED FEMALES UNDER LABORATORY CONDITIONS

GAO JU-ZHEN ZHEN ZHAO-YU XUE JING-MIN HUANG PING-YI ZHAO JUN-PING CAO NIAN-HOU

By observing the survival of the caged female adults and analysing the survivorship of *Aedes albopictus* we have obtained the following results:

1. The upper thermal death point is located at 40°C (LT_{50}=0.90 hour) and the lower death point at −5°C(LT_{50}=0.85 hour). At moderate and mild high temperatures the longevity is influenced by relative humidity.

2. Regular observations through a period of 8 years under laboratory conditions (25°± 1°C; 80 ± 5% R. H.) proved that the longevity of the caged female adults was about 30 to 40 days. Female mosquitoes with repeated blood-feeding and egg-laying survived shorter than those fed on sugar solution throughout their lives.

3. The survivorship curves of the caged female mosquitoes under various laboratory and field conditions showed a shape of intermediate type as described by Pearl and Miner (1935) or similar to the fourth type as described by Slobodkin (1962).

4. The tolerance of *Aedes albopictus* to non-optimal environmental temperature and humidity is very similar to that of *Aedes aegypti*, both having characteristics of the warm region mosquitoes.

Key words *Aedes albopictus*—longetity –mosquito survival